



Государственный комитет  
Совета Министров СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 537725

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 14.07.75 (21) 2153464/02

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

(43) Опубликовано 05.12.76 Бюллетень № 45

(45) Дата опубликования описания 01.03.77

(51) М. Кл.<sup>2</sup>  
B21 C 1/00

(53) УДК 621.774.1:  
:621.778.1  
(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

В. П. Северденко, А. В. Степаненко, В. Н. Толкач  
и В. С. Запорожченко

(71) Заявитель

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт

(54) СПОСОБ ВОЛОЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ  
С НАЛОЖЕНИЕМ РАДИАЛЬНЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ  
КОЛЕБАНИЙ НА ВОЛОКУ

1

Изобретение относится к волочильному производству.

Известен способ волочения металлических изделий с наложением радиальных ультразвуковых колебаний на волоку [1].

Известный способ позволяет снизить усилие волочения на 50% по сравнению с волочением без наложения ультразвуковых колебаний. При этом в очаге деформации имеет место схема напряженного состояния с одним растягивающим и двумя сжимающими напряжениями, снижающая пластичность обрабатываемого материала.

Целью изобретения является максимальное снижение усилия волочения и повышение пластичности металла за счет создания в очаге деформации схемы напряженного состояния всестороннего сжатия.

Для этого предлагается способ, по которому волочение осуществляют через волоку, половина угла конусности которой меньше угла трения.

Предложенный способ поясняется схемой, где изображены волока 1 с полууглом конусности  $\alpha$ , меньшим угла трения, колеблю-

2

щаяся радиально, труба 2 и неподвижная оправка 3. При радиальных колебаниях волоки кольцевой слой металла в очаге деформации подвергается периодическому сжатию в поперечном направлении. Вследствие этого течение металла происходит в обе стороны от нейтрального сечения и силы трения в зонах А и Б имеют противоположные направления. В очаге деформации возникает напряженное состояние всестороннего сжатия.

Условие равновесия элементарного объема металла, выделенного в очаге деформации в сечении  $x$ , высотой  $h_x$ , шириной  $d_x$  и соответствующей высотой  $h_x + dh_x$  (см. схему), запишется в виде

$$\begin{aligned} & (G_x + dG_x)(D_0 + h_x + dh_x)\pi(h_x + dh_x) - \\ & - G_x(D_0 + h_x)\pi h_x - P \operatorname{tg} \alpha (D_0 + 2h_x + \\ & + dh_x)\pi d_x \pm \tau_v \pi D_0 d_x \pm \tau_v (D_0 + 2h_x + \\ & + dh_x)\pi d_x = 0 \end{aligned} \quad (1),$$

где  $P$  - элементарные силы давления инструмента на протягиваемый металл.

$\tau_v$  - элементарные силы трения,  
 $\sigma_x$  - продольные напряжения,  
 $D_0$  - внутренний диаметр готовой трубы,  
 и в котором знак "плюс" последними двумя  
 слагаемыми относится к зоне А, а знак  
 "минус" - к зоне Б.

Используя уравнение пластичности  
 $p - \sigma_x = \sigma_s$  (2)

где  $\sigma_s$  - сопротивление пластической де-  
 формации, учитывая, что

$$\tau_v = \mu \sigma_s \quad (3)$$

где  $\mu$  - коэффициент трения между воло-  
 кой и трубой и между трубой и  
 оправкой

и, вводя обозначение:

$$\delta = \frac{2\mu}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (4)$$

после соответствующих преобразований при-  
 ходим к однородному дифференциальному урав-  
 нению:

$$d\sigma_x = \sigma_s \frac{dh_x}{h_x} + \sigma_s \frac{dh_x}{D_0 + h_x} \mp \delta \sigma_s \frac{dh_x}{h_x} \quad (5)$$

Решая это уравнение и определяя постоянную  
 интегрирования С из граничных условий, по-  
 лучим

$$\sigma_{x_A} = \sigma_s \left[ (1 - \delta) \ell n \frac{h_x}{H} + \ell n \frac{D_0 + h_x}{D_0 + H} \right] \quad (6)$$

$$\sigma_{x_B} = \sigma_s \left[ (1 + \delta) \ell n \frac{h_x}{h} + \ell n \frac{D_0 + h_x}{D_0 + h} \right] \quad (7)$$

где  $H$  - толщина стенки исходной заготов-  
 ки,

$h$  - толщина стенки готовой трубы.

При волочении тонкостенных труб боль-  
 шего диаметра

$$\frac{D_0 + h_x}{D_0 + H} \approx 1 \quad \text{и} \quad \frac{D_0 + h_x}{D_0 + h} \approx 1.$$

Для этого случая уравнения (6,7) упроща-  
 ются

$$\sigma_{x_A} = \sigma_s \left[ (1 - \delta) \ell n \frac{h_x}{H} \right] \quad (8)$$

$$\sigma_{x_B} = \sigma_s \left[ (1 + \delta) \ell n \frac{h_x}{h} \right] \quad (9)$$

При  $\delta = \frac{2\mu}{\operatorname{tg} \alpha}$ , т.е. когда  $2\mu > \operatorname{tg} \alpha$ ,  
 деформация происходит только за счет ради-  
 ального сжатия волокна: на границах оча-  
 га деформации при  $h_x = H$  и  $h_x = h$  на-  
 напряжения  $\sigma_{x_A}$  и  $\sigma_{x_B}$  равны 0. Следова-  
 тельно, когда половина угла конусности волокна,  
 колеблющейся радиально, меньше угла тре-  
 ния, деформация трубы будет осуществля-  
 ться практически без усилия волочения.

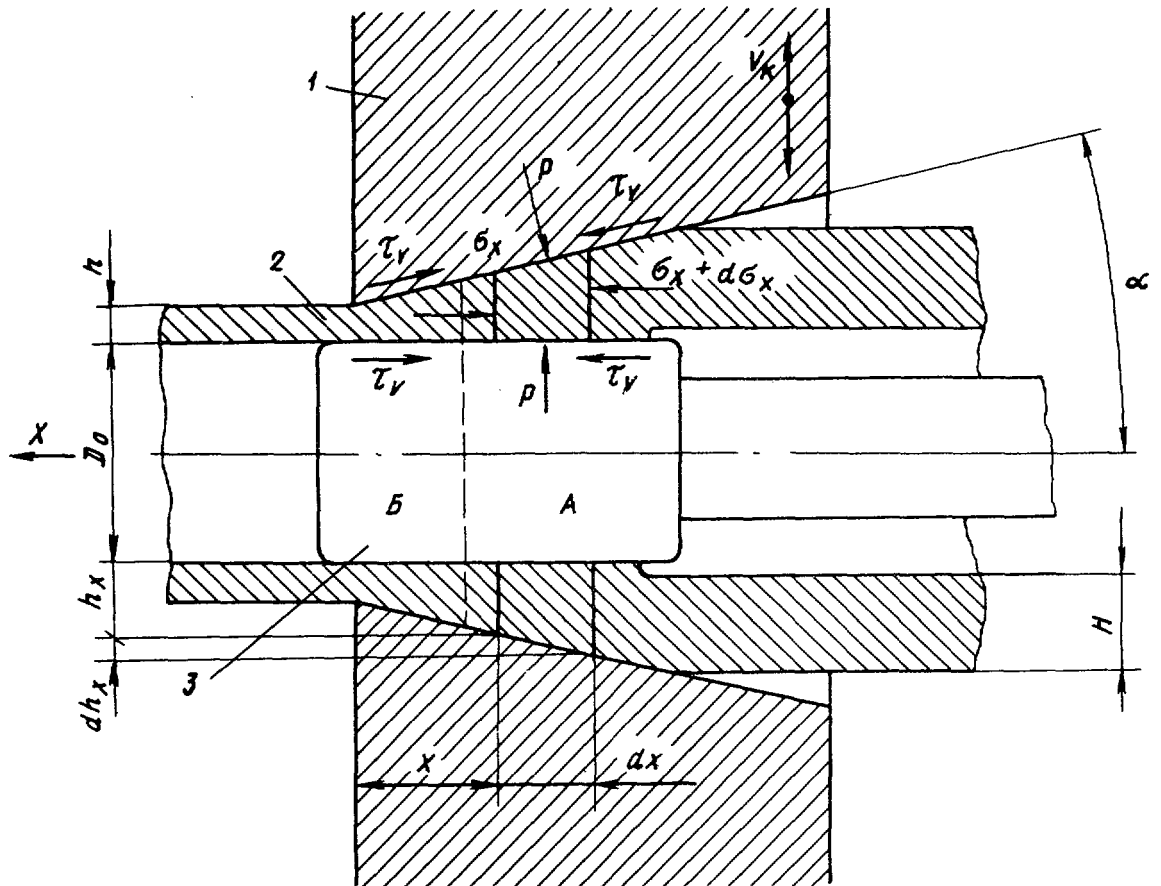
Аналогично доказывается, что при волоче-  
 нии профилей и проволоки за счет радиальных  
 колебаний волокна с полууглом конусности, мень-  
 шем угла трения, деформация происходит с  
 максимальным снижением усилия волочения.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ волочения металлических изделий  
 с наложением радиальных ультразвуковых  
 колебаний на волоку, отличающийся  
 тем, что, с целью максимального сни-  
 жения усилия волочения и повышения плас-  
 тичности металла, волочение осуществляют  
 через волоку, половина угла конусности ко-  
 торой меньше угла трения.

Источники информации, принятые во вни-  
 мание при экспертизе:

1. Винерский С. Н. "Волочение труб с ра-  
 диальными колебаниями инструмента". Сбор-  
 ник "Металлургия", выпуск 5, БПИ, Минск,  
 1974 г.



Составитель Е. Воронкова

Редактор Е. Брагчикова Техред М. Ликович Корректор С. Шекмар

Заказ 5604/4

Тираж 1077

Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР  
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4